

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11324911 A**(43) Date of publication of application: **26.11.99**

(51) Int. Cl.

F04B 35/04(21) Application number: **10131893**(22) Date of filing: **14.05.98**

(71) Applicant:

SANYO ELECTRIC CO LTD

(72) Inventor:

**MATSUMURA SHINICHI
TOJO NAOTO**

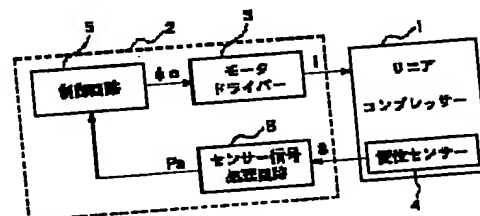
(54) CONTROL DEVICE FOR LINEAR COMPRESSOR

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate a danger that a piston collides with an upper wall of a cylinder even in the case where a load is suddenly fluctuated.

SOLUTION: A control device for linear compressor 1 is provided with a motor driver 3 for generating the driving current in response to the current command value so as to supply it to a linear motor, a displacement sensor 4 for detecting the position of a piston, a sensor signal processing circuit 6 connected to the displacement sensor 4, and a control circuit 5 for forming the current command value in response to the position data obtained from the sensor signal processing circuit 6 so as to supply it to the motor driver 3. The control circuit 5 has two of a large and a small excess judgment references about position of the piston between the upper dead point position as a target of the control and the predetermined limit position, and when the piston position exceeds the excess judgment reference, the control circuit 5 lowers the current command value larger than the case where the piston position exceeds the small judgment reference.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-324911

(43) 公開日 平成11年(1999)11月26日

(51) Int.Cl.⁶

F 0 4 B 35/04

識別記号

F I

F 0 4 B 35/04

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-131893

(22) 出願日 平成10年(1998) 5 月14日

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号

(72) 発明者 松村 新一

大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三
洋電機株式会社内

(72) 発明者 東條 直人

大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三
洋電機株式会社内

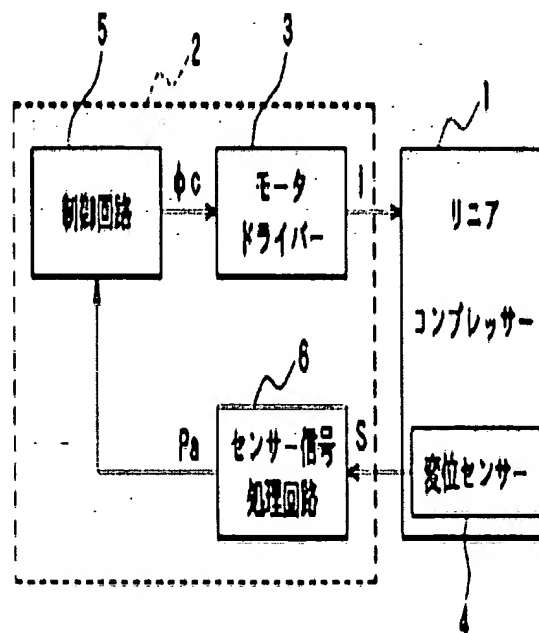
(74) 代理人 弁理士 西岡 伸泰

(54) 【発明の名称】 リニアコンプレッサーの制御装置

(57) 【要約】

【課題】 急激な負荷変動があった場合にもピストンがシリンダー上壁に衝突する虞のないリニアコンプレッサーを提供する。

【解決手段】 リニアコンプレッサー 1 の制御装置は、電流指令値に応じて駆動電流を生成しリニアモータに供給するモータドライバ 3 と、ピストンの位置を検出するための変位センサー 4 と、変位センサー 4 に接続されたセンサー信号処理回路 6 と、センサー信号処理回路 6 から得られる位置データに応じて電流指令値を作成しモータドライバ 3 に供給する制御回路 5 とを具えている。制御回路 5 は、ピストンの位置について、制御の目標となる上死点位置と所定の限界位置の間に、大小 2 つの超過判断基準を有し、ピストンの位置が大なる超過判断基準を超えたときは、小なる超過判断基準を超えたときよりも大きく電流指令値を低減せしめる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 リニアモータによってシリンダ内でピストンを往復駆動してガスを圧縮するリニアコンプレッサの制御装置において、

電流指令値に応じて駆動電流を生成し、リニアモータに供給するモータ駆動手段と、

ピストンの位置を検出するための位置検出器と、位置検出器から得られる位置データに応じて電流指令値を作成し、モータ駆動手段に供給する電流指令手段と、位置検出器から得られる位置データに基づいて、ピストンが上死点にて所定の限界位置を超える虞れの有無を判断し、その虞れがあると判断したときは、前記電流指令手段が出力する電流指令値を低減せしめる衝突回避手段とを具えているリニアコンプレッサの制御装置。

【請求項2】 衝突回避手段は、ピストンの位置について、制御の目標となる上死点位置と所定の限界位置の間に、少なくとも大小2つの超過判断基準を有し、より大なる超過判断基準を超えるほど、より大きく電流指令値を低減せしめる請求項1に記載のリニアコンプレッサの制御装置。

【請求項3】 衝突回避手段は、大なる超過判断基準については、ピストンの現在位置が該超過判断基準を超えたときに電流指令値を低減せしめ、小なる超過判断基準については、ピストンの上死点位置の複数サイクルについての平均値が該超過判断基準を超えたときに、電流指令値を低減せしめる請求項2に記載のリニアコンプレッサの制御装置。

【請求項4】 更に、最大の超過判断基準と限界位置の間に非常停止位置が設定され、ピストンが該非常停止位置に達したときに作動すべき非常停止センサーを具え、該非常停止センサーの作動時には、リニアモータを非常停止させる請求項1乃至請求項3の何れかに記載のリニアコンプレッサの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、リニアモータによってシリンダ内でピストンを往復駆動してガスを圧縮するリニアコンプレッサの制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、冷蔵庫の如き冷却装置においては、膨張した冷媒ガスを圧縮する装置として、リニアモータによってシリンダ内でピストンを往復駆動してガス圧縮を行なうリニアコンプレッサの開発が進められている(例えば特願平8-268446号)。

【0003】 リニアコンプレッサにおいては、ピストンが上死点に達したときのピストンヘッドとシリンダ上壁の間隙(トップクリアランス)が小さい程、高い体積効率が得られるので、変位センサーによってピストンの位置を検知し、該検知信号に基づいて、トップクリア

ランスが例えば100 μ mとなる様、リニアモータのフィードバック制御が行なわれる。

【0004】 尚、変位センサーとしては、MRセンサー(例えば、平成7年電気学会全国大会「磁気抵抗(MR)素子とセンサ」参照)を採用することが出来る。MRセンサーは、MR素子がマグネット板と対向して一方に移動する過程で、正弦波のセンサー信号を出力するものであって、該センサー信号を方形波に変換し、該方形波をカウントすることによって、変位を測定することが出来る。その他、位置センサーとしては、差動トランスやレーザ変位計等を採用することが出来る。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、リニアコンプレッサにおいては、何らかの原因で負荷が急激に軽くなったとき、この急激な変化にフィードバック制御が追従せず、ピストンがシリンダの上壁に衝突する虞れがあった。そこで本発明の目的は、例えば急激な負荷変動があったとしても、ピストンがシリンダ上壁に衝突する虞れのないリニアコンプレッサの制御装置を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明に係るリニアコンプレッサの制御装置は、電流指令値に応じて駆動電流を生成しリニアモータに供給するモータ駆動手段と、ピストンの位置を検出するための位置検出器と、位置検出器から得られる位置データに応じて電流指令値を作成しモータ駆動手段に供給する電流指令手段と、位置検出器から得られる位置データに基づいて、ピストンが上死点にて所定の限界位置を超える虞れの有無を判断し、その虞れがあると判断したときは、前記電流指令手段が出力する電流指令値を低減せしめる衝突回避手段とを具えている。

【0007】 上記本発明のリニアコンプレッサにおいては、ピストンが上死点にて所定の限界位置を超える虞れのないときは、ピストンの上死点位置を目標位置に近づけるべく、位置データに応じたフィードバック制御が実行される。これに対し、ピストンが上死点にて所定の限界位置を超える虞れがあるときには、上記フィードバック制御に加えて、衝突回避手段による電流指令値低減処理が実行されて、ピストンの衝突が確実に回避される。

【0008】 具体的構成において、衝突回避手段は、ピストンの位置について、制御の目標となる上死点位置と所定の限界位置の間に、少なくとも大小2つの超過判断基準を有し、より大なる超過判断基準を超えるほど、より大きく電流指令値を低減せしめる。

【0009】 従って、ピストン位置の目標位置からの超過が小さいときは、電流指令値は僅かに低減されるに過ぎず、フィードバック制御の安定性を乱すことなく、ピストンの衝突を回避することが出来る。これに対し、ピ

ストン位置の目標位置からの超過が大きいきときは、電流指令値は大きく低減されて、ピストンの衝突が確実に回避される。

【0010】更に具体的には、衝突回避手段は、大なる超過判断基準については、ピストンの現在位置が該超過判断基準を超えたときに電流指令値を低減せしめ、小なる超過判断基準については、ピストンの上死点位置の複数サイクルについての平均値が該超過判断基準を超えたときに、電流指令値を低減せしめる。

【0011】従って、例えば一時的なノイズの影響でピストンが小なる超過判断基準を超えたと判断されても、次の1又は複数サイクル内で、このようなノイズは消失することになるので、ピストンの上死点位置の複数サイクルについての平均値をとることによって、実際にピストン位置が該超過判断基準を超えたことを検知することが出来る。従って、通常のフィードバック制御の安定性を乱すことなく、ピストンの衝突を回避することが出来る。これに対し、あるサイクルで、ピストンが大なる超過判断基準を超えたと判断されたときは、上述の如き平均処理は行なわれず、その時点で或いは次のサイクルで、電流指令値が大きく低減され、ピストンの衝突が確実に回避される。

【0012】又、具体的構成においては、更に、最大の超過判断基準と限界位置の間に非常停止位置が設定され、ピストンが該非常停止位置に達したときに作動すべき非常停止センサーを具え、該非常停止センサーの作動時には、リニアモータを非常停止させる。ピストンが非常停止位置を超えたときは、位置センサーからの位置データを所定の超過判断基準と比較する等の処理が省略され、非常停止センサーの作動によって、即時にリニアモータが非常停止されるので、ピストンの衝突が確実に回避される。

【0013】

【発明の効果】本発明に係るリニアコンプレッサの制御装置によれば、例えば急激な負荷変動があったとしても、ピストンがシリンダー上壁に衝突することはない。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態につき、図面に沿って具体的に説明する。本発明に係るリニアコンプレッサ(1)は、図3に示す如く、円筒状のケーシング(10)の上端部及び下端部に夫々設けられた一対のシリンダー(11a)(11b)と、シリンダー(11a)(11b)内に夫々嵌挿された一対のピストン(12a)(12b)とを具え、ピストン(12a)(12b)のヘッドとシリンダー(11a)(11b)の上壁の間には、一対の圧縮室(13a)(13b)が形成されている。又、各シリンダー(11a)(11b)には、圧縮室(13a)(13b)内のガス圧に応じて開閉する吸入バルブ(14a)(14b)と吐出バルブ(15a)(15b)が取り付けられている。

【0015】一対のピストン(12a)(12b)は夫々、1本のロッド(16)の一方の端部及び他方の端部に連結されてお

り、該ロッド(16)は、一対の軸受け(17a)(17b)及びコイルばね(18a)(18b)によって、ケーシング(10)及びシリンダー(11a)(11b)内を往復動自在に支持されている。

【0016】また、リニアコンプレッサ(1)は、ピストン(12a)(12b)を往復駆動するためのリニアモータ(20)を具えている。該リニアモータ(20)はボイスコイルモータであって、ヨーク部(10a)及び永久磁石(21)を含む固定部と、コイル(23)及び円筒状の支持部材(24)を含む可動部とを具えている。ヨーク部(10a)は、ケーシング(10)の一部を構成している。永久磁石(21)は、ヨーク部(10a)の内周壁に固定されている。支持部材(24)の一方の端部は、永久磁石(21)と本体胴部(12)外周壁との間の円筒状空間に遊挿され、他方の端部はロッド(16)の中央部に連結されている。コイル(23)は、支持部材(24)の前記一方の端部に取り付けられ、永久磁石(21)に対向している。

【0017】ロッド(16)の中央に突設したアーム(160)には、N極とS極が一定ピッチで交互に着磁されたマグネット板(42)が固定される一方、ケーシング(10)の内面に形成した突部(100)には、マグネット板(42)に対向して、MR素子(41)が取り付けられ、MR素子(41)及びマグネット板(42)によって変位センサー(4)が構成されている。該変位センサー(4)は、変位に応じたA相及びB相の出力と、ロッド(16)が一対のピストン(12a)(12b)の原点位置に達したときのZ相の出力を有している。

【0018】上記リニアコンプレッサ(1)は、ピストン(12a)(12b)、ロッド(16)、コイル(23)、及び支持部材(24)の質量、圧縮室(13a)(13b)のガスのばね定数、コイルばね(18)のばね定数等から決まる共振周波数を有しており、該共振周波数は、通常、商用電力の周波数(例えば60Hz)付近に設定される。この共振周波数でリニアモータ(20)を駆動することにより、上下一対の圧縮室(13a)(13b)内で交互にガスを圧縮することが出来る。

【0019】図1に示す如く、リニアコンプレッサ(1)には、モータドライバー(3)、制御回路(5)及びセンサー信号処理回路(6)からなる駆動制御装置(2)が接続されている。モータドライバー(3)は、リニアコンプレッサ(1)のリニアモータに駆動電流Iを供給するものである。リニアコンプレッサ(1)のピストンの変位に応じて変位センサー(4)から出力される正弦波のセンサー信号Sは、センサー信号処理回路(6)に供給されて、方形波に変換された後、該方形波の個数がカウントされ、該カウント値に基づいて、ピストンの変位を表わす位置データP-aが作成され、制御回路(5)に供給される。尚、前記カウント値は、変位センサー(4)から得られるZ相の信号に基づいてリセットされ、これによって、位置データP-aは、ピストンの原点位置を零点とする変位を表わすことになる。ここで、方形波のカウントは、制御回路(5)に設けたカウンタによって行なう構成も採用可能である。制御回路(5)は、センサー信号処

理回路(6)からの位置データPaに応じて制御信号φcを作成し、該信号をモータドライバ(3)へ出力して、出力電流Iを制御する。

【0020】図2は、図1に示す制御回路(5)の主要部の構成を表わしている。図示の如く制御回路(5)は、位置指令値生成部(30)、位置・速度制御部(31)、電流指令値生成部(32)、位置・速度検出部(33)、上下死点検出部(34)、電流・速度位相差検出部(35)、電流ゲイン制御部(36)、振幅中立位置制御部(37)、及び周波数制御部(38)から構成されている。

【0021】位置・速度検出部(33)は、センサ信号処理回路(6)から位置データPaを取り入れて、位置現在値Pnowとするとともに、位置現在値Pnowを微分して速度現在値Vnowを求める。

【0022】上下死点検出部(34)は、位置・速度検出部(33)から得られる一連の位置現在値Pnowに基づいて、ピストン(12a)(12b)の上死点と原点の間の上死点側振幅、及び下死点と原点の間の下死点側振幅を検出する。上死点側振幅及び下死点側振幅の検出は、位置指令Prefの1サイクルが終了する毎、即ち位置指令Prefがゼロクロス点(→+→)を通過することに行なわれる。

【0023】電流・速度位相差検出部(35)は、位置・速度検出部(33)で生成された位置現在値Vnowと電流指令値生成部(32)で生成された電流指令値Irefとの位相差を検出する。位相差の検出は、位置現在値Pnowの1サイクルが終了すること即ち位置現在値Pnowがゼロクロス点(→+→)を通過することに行なわれる。

【0024】位置指令値生成部(30)は、メモリに格納されたサインテーブルと、振幅Aと、角周波数ωと、シフト量Bと、式 $P_{ref} = A \sin \omega t + B$ (正弦関数)とに基づいて位置指令値Prefを生成し、生成した位置指令値Prefを位置・速度制御部(31)に与える。

【0025】位置・速度制御部(31)は、位置指令値生成部(30)で生成された位置指令値Prefと位置・速度検出部(33)で生成された位置現在値Pnowと偏差 $P_{ref} - P_{now}$ に基づいて速度指令値Vrefを生成し、更に速度指令値Vrefと位置・速度検出部33で生成された速度現在値Vnowとの偏差 $V_{ref} - V_{now}$ に基づいて速度制御値Vcを生成する。

【0026】電流指令値生成部(32)は、位置・速度制御部(31)で生成された速度制御値Vcと、電流ゲインGiと、式 $I_{ref} = G_i V_c$ とに基づいて電流指令値Irefを生成し、更に電流指令値Irefを制御信号φcに変換してモータドライバ(3)に与える。モータドライバ(3)の出力電流Iの制御は、例えばPWM方式で行なわれる。

【0027】電流ゲイン制御部(36)は、上下死点検出部(34)で検出された上死点側振幅及び下死点側振幅を比較し、上死点側振幅及び下死点側振幅のうちのいずれが大

きい方を最大振幅現在値Anowとし、この最大振幅現在値Anowが予め定められた最大振幅目標値Arefに一致するように電流指令値生成部(32)で用いられる電流ゲインGiの値をピストン(12a)(12b)の振動の1サイクルごとに制御する。また、電流ゲイン制御部(36)は、ピストン(12a)(12b)の振動の数回(例えば300)サイクルに1回、電流・速度位相差検出部(35)で検出された位相差が予め定められた許容値を越えているかどうかを判断し、越えている場合は電流指令値生成部(32)で用いられる電流ゲインGiの値を数%減少させる。このように位置・速度制御部(31)による位置・速度制御に加えて最大振幅の制御を行ない、かつ周波数制御に先立って電流ゲインGiを数%減少させることにより、ピストン(12a)(12b)のヘッドとシリンダー(11a)(11b)の上壁との衝突を回避することが出来る。

【0028】更に、負荷(ガス圧)の急激な低下時におけるピストンの衝突を回避するために、ピストンの位置について図12に示す如く、ピストンの上死点の目標位置(目標ストローク、例えば5.8mm)と、ピストンがシリンダー上壁と衝突することとなる限界位置(限界ストローク、例えば6.0mm)の間に、大小2つの超過判断基準(例えば5.9mm)及び(例えば5.95mm)を設定する。そして、大なる超過判断基準については、ピストンの位置現在値が該超過判断基準を超えたときに、電流ゲイン制御部(36)のゲインGiを数%減少させ、小なる超過判断基準については、ピストンの上死点位置の2~数サイクルについての平均値が該超過判断基準を超えたときに、電流ゲイン制御部(36)のゲインGiを数%減少させる。これによって、負荷(ガス圧)の急激な低下時におけるピストン(12a)(12b)とシリンダー(11a)(11b)上壁との衝突を確実に回避することが出来る。

【0029】図2に示す振幅中立位置制御部(37)は、上下死点検出部(34)で検出された上死点側振幅及び下死点側振幅を比較し、上死点側振幅と下死点側振幅の差が小さくなるように位置指令値生成部(30)で用いられるシフト量Bを位置指令値Prefの1サイクルが終了することにより制御する。即ち振幅中立位置制御部(37)は、上死点側振幅の方が下死点側振幅よりも大きい場合はシフト量Bを負側(下方向)に補正し、上死点側振幅の方が下死点側振幅よりも小さい場合はシフト量Bを正側(上方向)に補正する。通常、シフト量Bはバルブの非対称性等の装置の特性によりほぼ一定になるため、シフト量Bの1回あたりの制御量は小さな値(例えば1μm)に設定されている。このようにシフト量Bを制御することにより、一対のピストン(12a)(12b)のトップクリアランスを同等に精度よく制御することができる。

【0030】周波数制御部(38)は、電流・速度位相差検出部(35)によって検出された位相差が予め定められた許容値を越えているかどうかを判断し、越えている場合は位相差がなくなるように位置指令値生成部(30)で用いら

れる角周波数 ω を補正する。位相差の補正は、電流ゲイン制御部(36)によって電流ゲイン G_i の値を数%減少するのとほぼ同時に行なわれる。これにより、位相差の補正によって効率が改善され、ピストン(12a)(12b)の振幅が大きくなってピストン(12a)(12b)のヘッドがシリンダー(11a)(11b)の上壁に衝突することが防止される。

【0031】図4及び図5は、図1に示す制御回路(5)の動作を示すフローチャートである。このフローチャートに従って、図1～3に示すリニアコンプレッサ(1)及び駆動制御装置(2)の動作について説明する。まず位置指令値生成部(30)で位置指令値 P_{ref} が生成され、位置・速度制御部(31)で速度制御値 V_c が生成され、位置・速度制御部(31)で制御信号 ϕ_c が生成される。モータドライバ(3)からリニアモータ(20)のコイル(23)に電流が供給されると、リニアモータ(20)の可動部が往復運動を開始して、ガスの圧縮が開始される。

【0032】図4のステップS1では、位置・速度検出部(33)によって位置データ P_a の読み込みが行なわれ、ステップS2では、位置・速度検出部(33)によって位置現在値 P_{now} 及び速度現在値 V_{now} が算出される。ステップS3では、位置・速度制御部(31)によって速度制御が行なわれる。即ち、位置・速度制御部(31)は、速度指令値 V_{ref} と速度現在値 V_{now} との偏差に基づいて速度制御値 V_c を生成し電流指令値生成部(32)に与える。

【0033】ステップS4では、電流指令値生成部(32)によって速度制御値 V_c と電流ゲイン G_i の積である電流指令値 I_{ref} が生成され、ステップS5において電流指令値生成部(32)から電流指令値 I_{ref} に応じた電流指令データ即ち制御信号 ϕ_c がモータドライバ(3)に出力される。ステップS6にて、制御回路(5)に含まれる第1カウンタ(図示せず)のカウント値がインクリメント(+1)され、ステップS7において第1カウンタのカウント値が設定値(例えば3)に到達したか否かが判断される。

【0034】ステップS7にて第1カウンタのカウント値が設定値に到達していた場合は、ステップS8に移行し、位置指令値生成部(30)において位置補正量及び周波数設定値に基づいて振幅 A 及び角周波数 ω が生成され、更に、サインテーブル、振幅 A 、シフト量 B 及び角周波数 ω に基づいて、位置指令値 $P_{ref} = A \sin \omega t + B$ が生成される。ステップS9では、位置・速度制御部(31)によって位置制御が行なわれる。即ち位置・速度制御部(31)は、位置指令値 P_{ref} と位置現在値 P_{now} の偏差に基づいて速度指令値 V_{ref} を生成する。位置制御が終了した後、ステップS10にて第1カウンタのカウント値がリセットされる。

【0035】ステップS7において第1カウンタのカウント値が設定値に到達していない場合は、ステップS8～S10は実行されない。次いでステップS11にて位

置指令値 P_{ref} の1サイクルが終了したか否かが判断される。この判断は、位置現在値が負の値から正の値にゼロクロスしたかどうかの判断に代えることも可能である。

【0036】ステップS11において位置指令値 P_{ref} の1サイクルが終了したと判断した場合はステップS12に移行し、上下死点検出部(34)によって、位置・速度検出部(33)から得られる位置現在値 P_{now} の最大値及び最小値に基づいて、ピストン(12a)(12b)の上死点側振幅及び下死点側振幅が算出される。ステップS13において上死点側振幅と下死点側振幅の大小関係が比較され、上死点側振幅の方が下死点側振幅より大きい場合は、ステップS14に移行し、振幅中立位置制御部(37)によってシフト量 B の補正量として負の補正量が設定され、ステップS15では、最大振幅現在値 A_{now} として上死点側振幅が設定される。

【0037】ステップS13における大小比較の結果、下死点側振幅の方が上死点側振幅より大きい場合は、ステップS16に移行し、振幅中立位置制御部(37)によってシフト量 B の補正量として正の補正量が設定され、ステップS17では、最大振幅現在値 A_{now} として下死点側振幅が設定される。ステップS18において電流ゲイン制御部(36)によって最大振幅現在値 A_{now} が最大振幅目標値 A_{ref} に一致するように電流ゲイン G_i が制御、設定された後、ステップS19に移行し、上下死点検出部(34)において位置現在値 P_{now} の最大値及び最小値がリセットされる。

【0038】ステップS11にて位置指令値 P_{ref} の1サイクルが終了しなかったと判断した場合は、ステップS12～S19は実行されない。次いでステップS20では、上下死点検出部(34)において位置現在値 P_{now} の最大値及び最小値の検出・保持が行なわれる。

【0039】その後、図5のステップS21に移行し、位置現在値 P_{now} の1サイクルが終了したか否かが判断される。この判断は、位置現在値が負の値から正の値にゼロクロスしたかどうかの判断に代えることも可能である。ステップS21にて位置現在値 P_{now} の1サイクルが終了したと判断された場合は、ステップS22に移行し、電流・速度位相差検出部(35)によって電流指令値 I_{ref} と速度現在値 V_{now} の位相差が検出される。次に、ステップS23において第2カウンタ(図示せず)のカウント値がインクリメントされ、ステップS24において第2カウンタのカウント値が設定値(300)に到達したか否かが判断される。

【0040】ステップS24において第2カウンタのカウント値が設定値に到達したと判断された場合は、ステップS25に移行し、電流指令値 I_{ref} と速度現在値 V_{now} の位相差が許容値以内か否かが判断される。ステップS25にて許容値以内でない判断された場合は、ステップS26に移行し、周波数制御部(38)によ

て位置指令値 P_{ref} の周波数の制御・設定が行なわれ、ステップ S 27 では、電流ゲイン制御部 (36) によって電流指令値 I_{ref} の電流ゲイン G_i が数%削減される。ステップ S 25 において位相差が許容値以内であると判断された場合は、ステップ S 26、S 27 は実行されない。

【0041】次いでステップ S 28 において第 2 カウンタのカウンタ値がリセットされる。ステップ S 21 にて位置現在値 P_{now} の 1 サイクルが終了していないと判断された場合は、ステップ S 22 ~ S 28 は実行されない。ステップ S 24 において第 2 カウンタのカウンタ値が設定値に到達していないと判断された場合は、ステップ S 25 ~ S 28 は実行されない。

【0042】その後、ステップ S 29 では、負荷の急激な低下時におけるピストンの衝突を回避するための衝突回避ルーチンを実行した後、ステップ S 30 において制御手続きを終了するか否かが判断され、イエスの場合は手続きを終了し、ノーの場合は、再び図 4 のステップ S 1 に戻る。衝突回避ルーチンの詳細については後述する。

【0043】図 6 は、図 5 のステップ S 29 で実行される衝突回避ルーチンの具体的処理を表わしている。先ず図 6 のステップ S 51 にて、位置現在値が上死点側の超過判断基準よりも大きいかどうかを判断し、ノーのときは更にステップ S 52 にて、位置現在値が下死点側の超過判断基準よりも小さいかどうかを判断する。ステップ S 51 にてイエスと判断され、或いはステップ S 52 にてイエスと判断されたときは、ピストン衝突の虞れが大きいので、ステップ S 53 に移行して、電流ゲインを大幅に(例えば数%)削減する。

【0044】ステップ S 52 にてノーと判断されたときは、ステップ S 54 に移行して、位置指令値が正側から負側へゼロクロスしたかどうかを検出し、イエスのときはステップ S 55 に移行して、第 3 カウンタをインクリメントする。続いて、ステップ S 56 では、第 3 カウンタの値が設定値(例えば 2 ~ 5)に到達したかどうかを判断し、イエスのときは、ステップ S 57 にて、第 3 カウンタがリセットされてからのピストンの位置最大値(衝突回避処理用)の平均値と位置最小値(衝突回避処理用)の平均値を算出する。そして、ステップ S 58 にて、位置最大値(衝突回避処理用)の平均値が上死点側の超過判断基準よりも大きいかどうかを判断し、ノーのときは更にステップ S 59 にて、位置最小値(衝突回避処理用)の平均値が下死点側の超過判断基準よりも小さいかどうかを判断する。ステップ S 58 にてイエスと判断され、或いはステップ S 59 にてイエスと判断されたときは、ピストン衝突の虞れがあるため、ステップ S 60 に移行して、電流ゲインを数%削減する。

【0045】次にステップ S 61 にて、保持している位置最大値(衝突回避処理用)と位置最小値(衝突回避処理

用)をリセットした後、ステップ S 62 では、第 3 カウンタをリセットし、ステップ S 63 に移行する。又、前記ステップ S 54 にてノーと判断されたとき、及び前記ステップ S 56 にてノーと判断されたときも、ステップ S 63 に移行して、当該サイクルについての位置最大値(衝突回避処理用)及び位置最小値(衝突回避処理用)を検出し、保持した後、図 5 のステップ S 30 に戻る。

【0046】上記衝突回避ルーチンによれば、超過判断基準については、あるサイクルでピストンの位置が該判断基準を超えたとき、その時点で、電流ゲインが数%削減されて、ピストンの衝突が確実に回避される。又、超過判断基準については、2 ~ 数サイクルにおけるピストンの上死点位置又は下死点位置の平均値が該判断基準を超えたとき、その次のサイクルでは、電流ゲインが数%削減されて、ピストンの衝突が回避される。この場合、あるサイクルで一時的なノイズの影響で上死点位置が超過判断基準を超えたとは判断されても、次の数サイクル内でこの様なノイズは消失することになるので、上死点位置の平均値、若しくは下死点位置の平均値をとることによって、実際にピストン位置が該判断基準を超えたことを検知することが出来る。従って、フィードバック制御の安定性を乱すことなく、ピストンの衝突を回避することが出来る。

【0047】更に図 7 は、リニアモータを非常停止させる実施例を表わしている。該実施例では、図 9 に示す超過判断基準と限界ストロークの間に非常停止位置が設定され、ピストンが該非常停止位置に達したときに、これを即時に検知するための非常停止センサー (43) が装備される。尚、非常停止センサー (43) は、接点センサー、近接センサー、フォトミクロスイッチ等から構成することが出来る。図 7 に示す如く、非常停止センサー (43) が作動することによって、該センサーから制御回路 (5) へ直接に ON 信号が供給され、これに応じて制御回路 (5) はモータドライバー (3) による駆動電流 I の供給を停止し、リニアモータを非常停止させる。

【0048】この場合、衝突回避ルーチンにおいては、図 8 に示す如く先ずステップ S 71 にて、非常停止センサーが ON となったかどうかを判断され、ノーの場合は上記ステップ S 51 へ移行して、通常の衝突回避ルーチンが実行されるが、イエスの場合はステップ S 72 へ移行して、非常停止処理を実行した後、制御終了フラグを ON とした後、上記ステップ S 63 へ移行する。従って、ピストンが非常停止位置を超えたときは、図 6 に示すステップ S 51 ~ S 62 の処理が省略されて、即時にリニアモータが停止される。この結果、ピストンの衝突が確実に回避される。

【0049】上述の如く、本発明に係るリニアコンプレッサの制御装置によれば、例えば急激な負荷変動があった場合にも、ピストンがシリンダー上壁に衝突することを確実に回避することが出来る。

【0050】尚、本発明の各部構成は上記実施の形態に限らず、特許請求の範囲に記載の技術的範囲内で種々の変形が可能である。例えば、変位センサーとしては、上述のMRセンサーに限らず、差動トランスやレーザ変位計等を採用することも可能である。又、本発明は、図2に示す如き2ピストン型のリニアコンプレッサーに限らず、1ピストン型のリニアコンプレッサーに実施することも可能であって、この場合には、図6に示す手続きの上死点側についての演算処理のみを実行すればよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るリニアコンプレッサーの駆動制御装置の構成を表わすブロック図である。

【図2】駆動制御装置を構成する制御回路のブロック図である。

【図3】リニアコンプレッサーの構造を表わす断面図である。

【図4】制御回路の制御手続きを表わすフローチャートである。

【図5】図4の分図である。

【図6】衝突回避ルーチンを表わすフローチャートである。

【図7】駆動制御装置の他の構成例を表わすブロック図である。

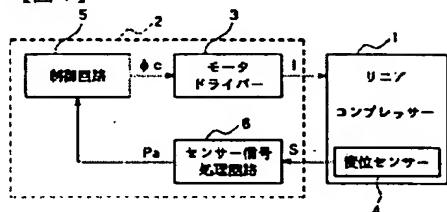
【図8】該構成例における衝突回避ルーチンの要部を表わすフローチャートである。

【図9】大小2つの超過判断基準を示す図である。

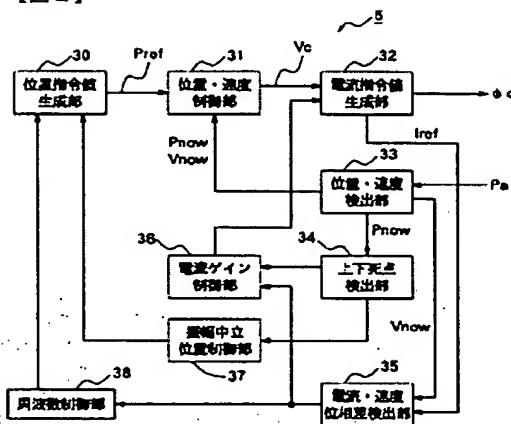
【符号の説明】

- (1) リニアコンプレッサー
- (2) 駆動制御装置
- (3) モータドライバー
- (4) 変位センサー
- (41) MR素子
- (42) マグネット板
- (5) 制御回路
- (6) センサー信号処理回路
- (34) 上下死点検出部
- (20) リニアモータ
- (11a) (11b) シリンダー
- (12a) (12b) ピストン
- (13a) (13b) 圧縮室
- (16) ロッド

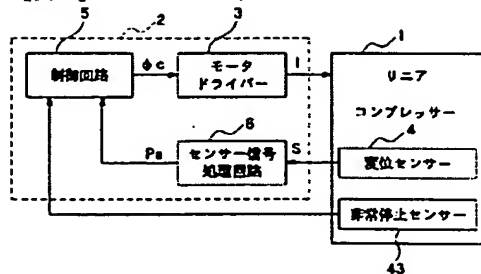
【図1】



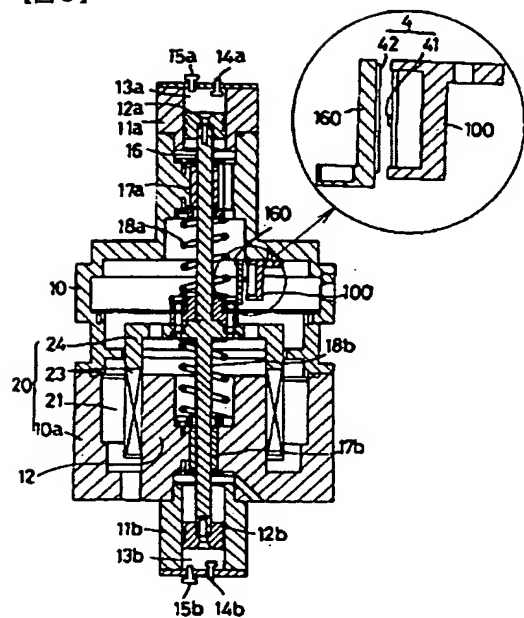
【図2】



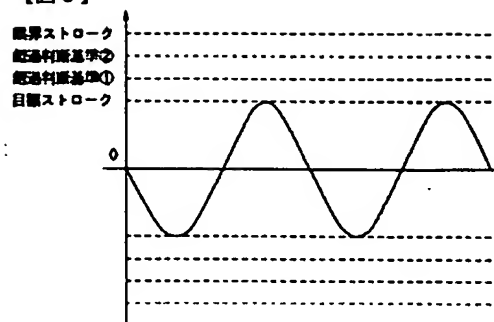
【図7】



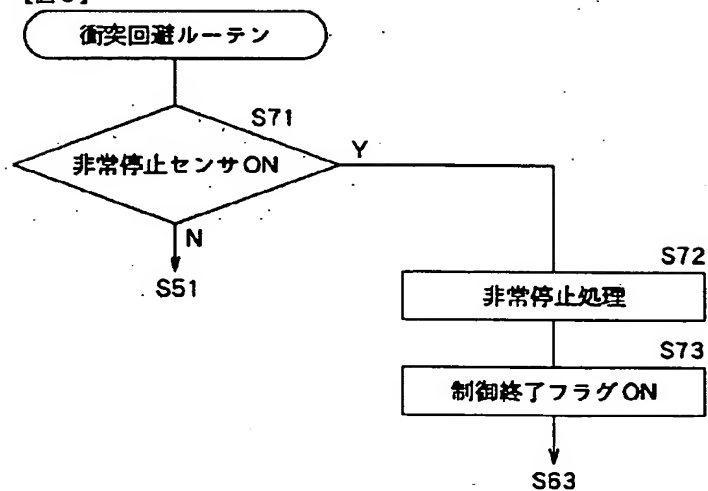
【図 3】



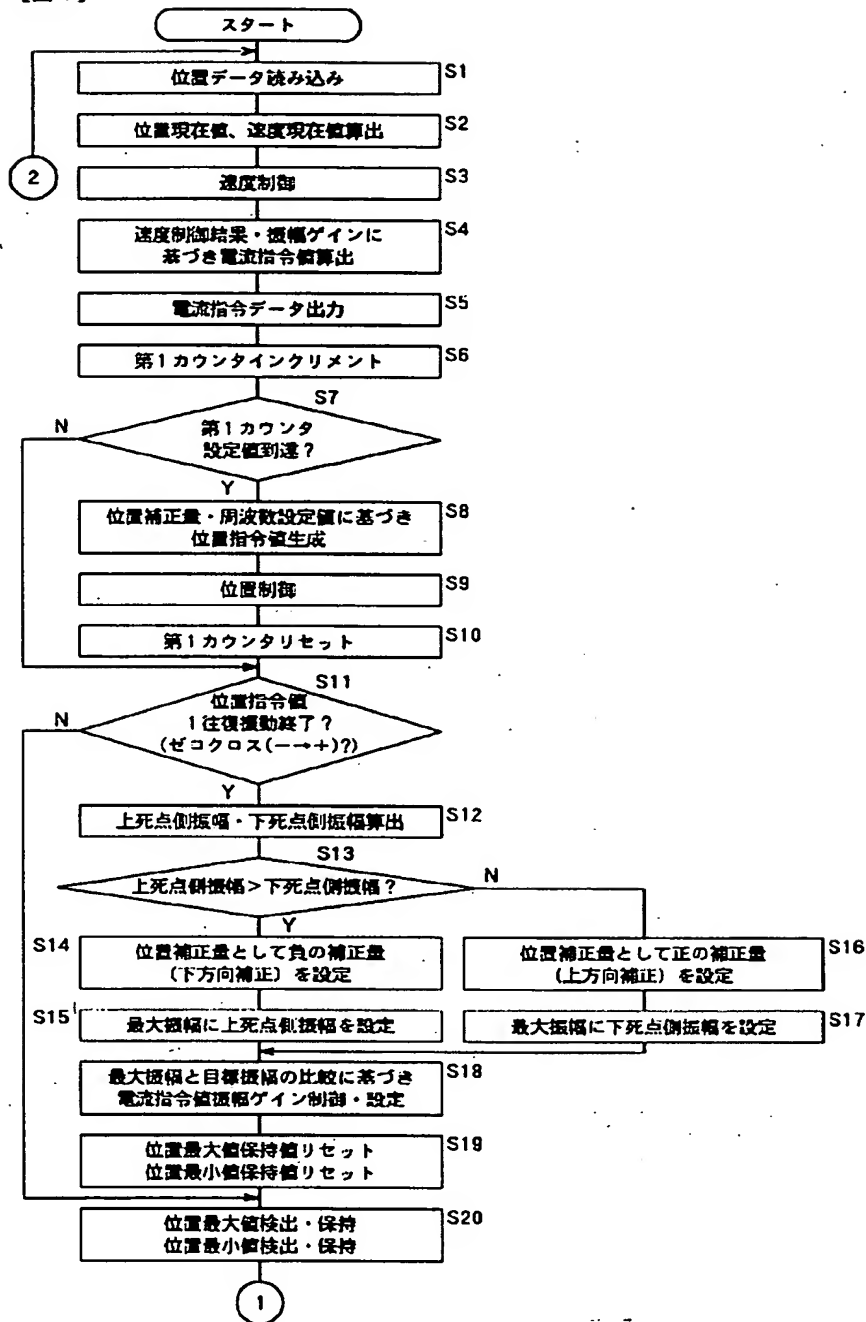
【図 9】



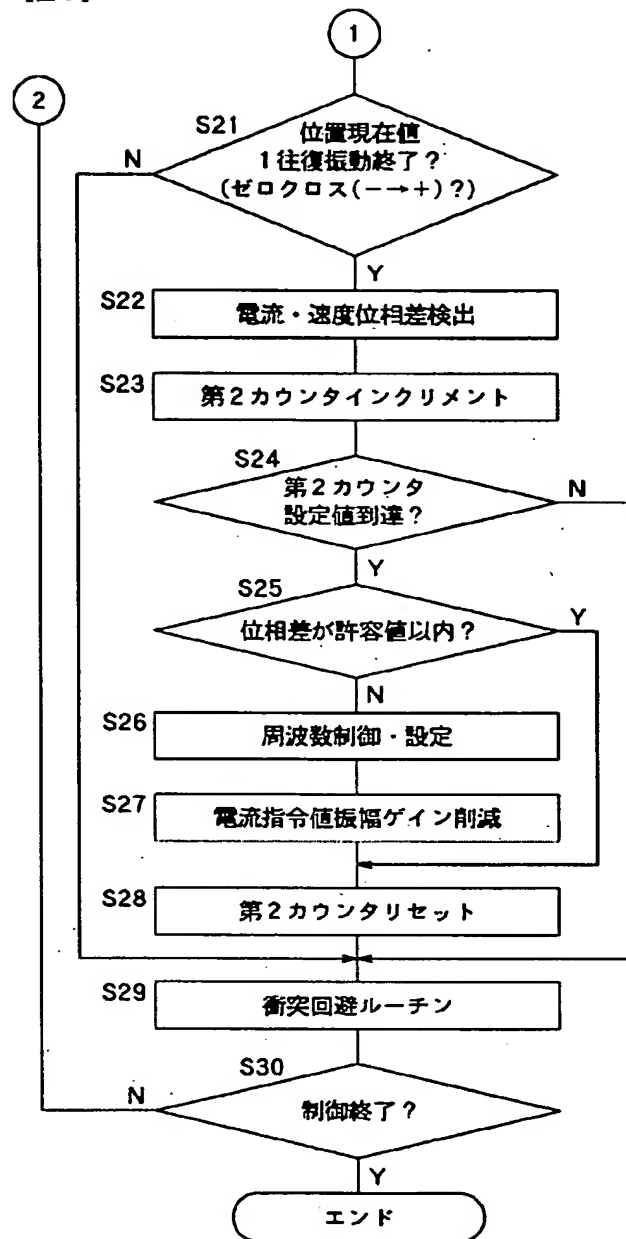
【図 8】



【図4】



【図5】



【図6】

